Estudos Tecnológicos

CEMIG

Estudos Tecnológicos

O que você encontrará aqui:

Geração Distribuída 3

Produção de energia renovável aliada a eficiência energética

***Smart Grid*.....5**

Uma mudança na relação entre o consumidor e o setor elétrico

***Smart Metering*.....8**

Medição adequada para um sistema inteligente

Tecnologias.....9

Oportunidades científicas, tecnológicas, industriais e políticas

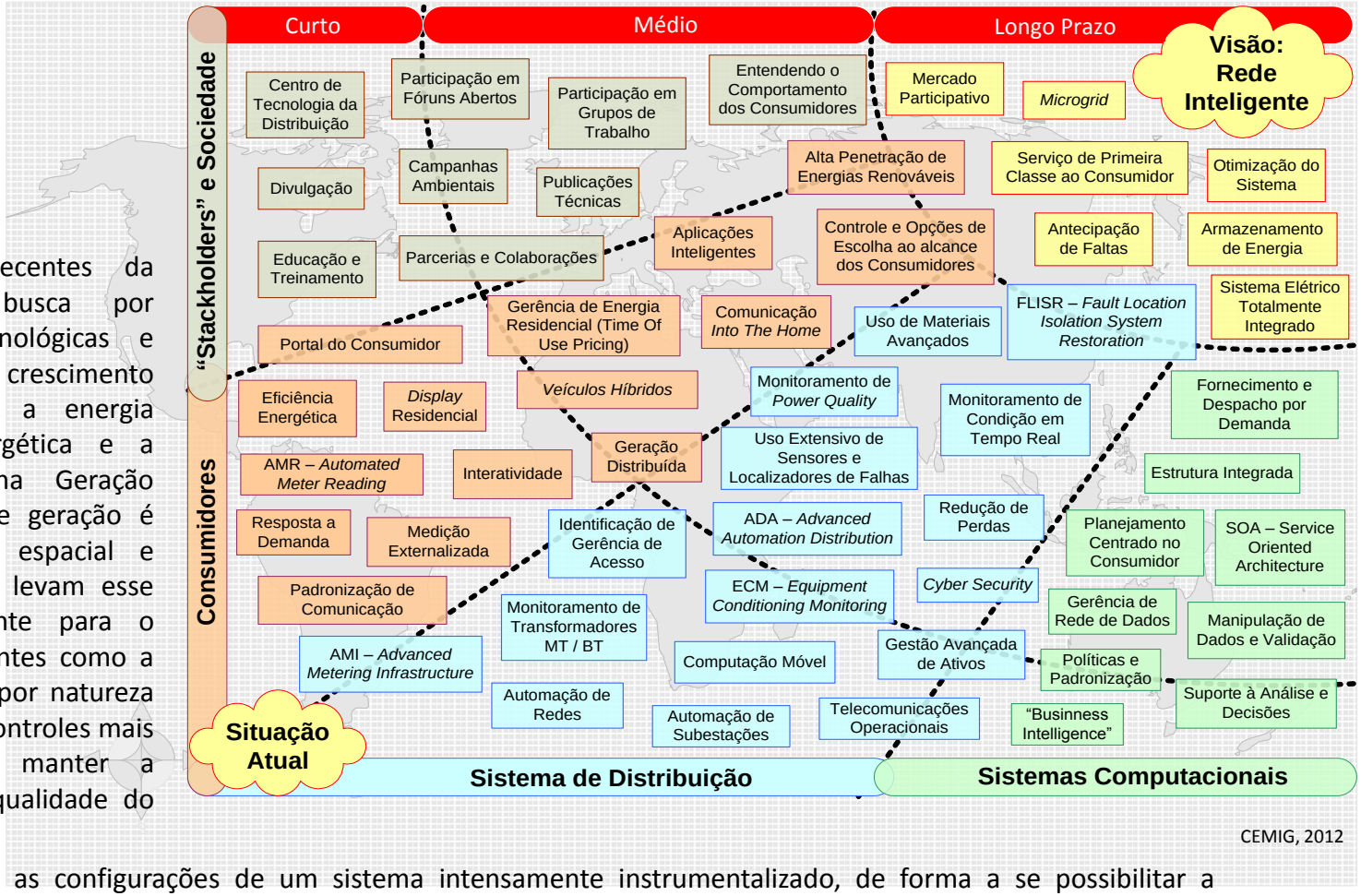
***Smart Cities*.....11**

Convergência de tecnologias digitais para suportar a Cidade do Futuro

Adaptado de: Netherlands for the World Bank, 2016

Introdução
Um Futuro Promissor

Dentre as preocupações recentes da sociedade destaca-se a busca por alternativas energéticas, tecnológicas e ambientais que assegurem o crescimento sustentável. Nesse contexto a energia renovável, a eficiência energética e a tecnologia se encontram na Geração Distribuída (GD). Esse tipo de geração é caracterizada pela dispersão espacial e geográfica. Tais características levam esse tipo de geração naturalmente para o pequeno porte, explorando fontes como a eólica e a solar. Essas fontes, por natureza são variáveis e necessitam de controles mais precisos, de forma a se manter a confiabilidade, integridade e qualidade do sistema elétrico.



CEMIG, 2012

Isso abre a possibilidade para as configurações de um sistema intensamente instrumentalizado, de forma a se possibilitar a automação adequada, exigindo assim formas inteligentes de medição (*Smart Metering)*. Para que tais sistemas possam ser operados faz-se ainda necessário o uso intensivo de sistemas de informação, proporcionado pelos sistemas de telecomunicação, aliado a bancos de dados e informações para monitoramento e tomada de decisão, constituindo assim uma nova rede, a *Smart Grid*. Nesse contexto, observa-se uma "convergência digital" de tecnologias, abrindo-se inúmeras possibilidades para uma nova relação com a energia, o sistema elétrico e a sociedade – as *Smart Cities*.

Geração Distribuída

A ideia da Geração Distribuída (GD) está associada a produção de energia próxima ao local de consumo, em contraponto a grandes usinas - distantes dos centros de consumo, que precisam transformar e transmitir a energia antes da sua distribuição. O conceito envolve, ainda, equipamentos de medida, controle e comando, responsáveis por articular a operação de geradores e realizar um eventual controle de cargas.
O Decreto 5.163/2004 considera GD como a produção de energia elétrica proveniente de empreendimentos de agentes concessionários, permissionários ou autorizados, incluindo aqueles tratados pelo art. 8º da Lei nº 9.074/1995 (hidráulicos, iguais ou inferiores a 1.000 kW, e termelétricas de 5.000 kW), conectados diretamente ao sistema elétrico de distribuição do comprador, exceto aquela proveniente de empreendimento: hidrelétrico com capacidade instalada superior a 30 MW e termelétrico, inclusive de cogeração, com eficiência energética inferior a setenta e cinco por cento (termelétricas a biomassa ou resíduos de processo não está limitadas a esse percentual).
Essa forma de produção de energia tem seus objetivos voltados para uma maior eficiência das fontes energéticas disponíveis, aliando preocupações energéticas e ambientais. As tecnologia de GD podem ser classificadas nas categorias:

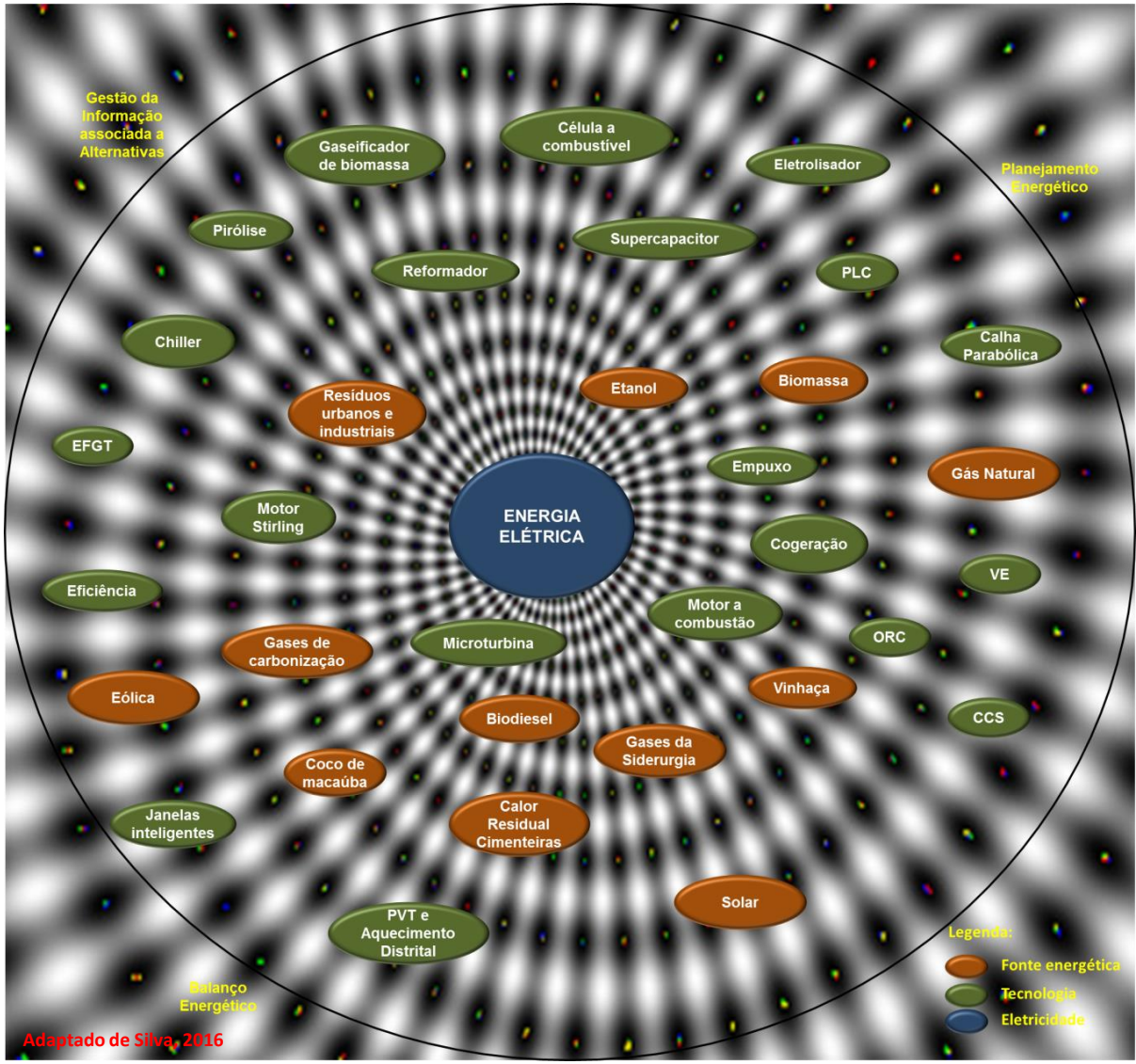
- fontes renováveis: painéis fotovoltaicos, centrais eólicas, pequenas e micro centrais hidrelétricas, energia geotérmica, geração térmica a partir da biomassa, incluindo motores de combustão interna, turbinas a vapor, turbinas a gás e microturbinas. Interessante observar que algumas destas fontes possui natureza sazonal e que para em caso de operação isolada exige a adoção de sistemas de armazenamento. Para esses o armazenamento de energia existe uma diversidade de tecnologias disponíveis, como por exemplo: baterias (diversos tipos disponíveis), sistemas de ar comprimido, supercapacitores, *flywheels*. Uma forma de se indicar a tecnologia a ser adotada é, por exemplo, uma relação entre o tempo de descarga e a potência requerida. Outras relações encontram-se nas relações entre energia disponível por massa ou por volume. Há entretanto que se ressaltar que o uso de sistema de armazenamento elevam significativamente o custo da GD.
- alta eficiência/cogeração: turbinas a gás, turbinas a vapor, células a combustível, motores Stirling e microturbinas, usando combustíveis fósseis ou renováveis ; e
- aproveitamento de rejeitos industriais.

A GD pode trabalhar em duas vertentes: como reserva de energia (suprir excessos de demanda de ponta, melhorar parâmetros qualitativos do fornecimento de eletricidade) e como fonte de energia (autoconsumo podendo ter ou não excedente de produção exportável).
Entre os principais impactos que a GD promove na rede elétrica cita-se: a possibilidade de fluxo bidirecional, os desafios ao planejamento da distribuição, despacho de difícil implementação, questões associadas a estabilidade e qualidade da energia. Dentre as vantagens destacam-se: a postergação de investimentos, a atuação dos consumidores como financiadores de investimentos (no caso da autoprodução), e a criação de condições favoráveis para o desenvolvimento das *Smart Grids*.
Os sistemas distribuídos de menor capacidade, sem dúvida, convergem para os sistemas fotovoltaicos e tal implantação tem como consequência a queda nos preços da tecnologia. Considerando dados do *World Energy Concil* é possível verificar que os 10 países que mais tem investido recentemente nesses sistemas são (em ordem decrescente): Japão, Estados Unidos, China, Reino Unido, Austrália, Alemanha, Holanda, França, Taiwan e Itália.
Do ponto de vista de pesquisa, as chamada de projetos estratégicos da ANEEL acerca dos temas de inserção da energia solar, eólica e de biogás , e de incentivos para a introdução de sistemas de armazenamento, representam grandes expectativas quanto ao desenvolvimento científico, industrial, social e ambiental.

Geração Distribuída

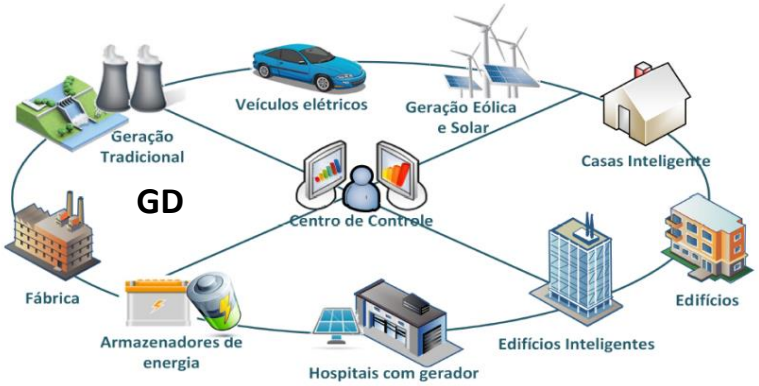
A Agência Nacional de Energia Elétrico editou em 2012 a Resolução Normativa 482, incentivando a autoprodução de energia elétrica, através de mini (100 kW-1 MW) e micro (< 100 kW) geração no sistema de compensação de energia (*net metering*) pelo prazo máximo de 36 meses, devendo a unidade consumidora está conectada à Rede de Distribuição. Em 2015 essa REN foi substituída pela REN 687, que trouxe aperfeiçoamentos nos seguintes aspectos: ampliação da minigeração para 5 MW; duração dos créditos por até 60 meses; redução do tempo de tramitação de pedidos para 34 dias; adoção de formulários padronizados; processo online; possibilidade de auto consumo remoto (produção em um unidade e consumo em outra, do mesmo titular); GD em condomínios; geração compartilhada. Tais aprimoramentos colocam o Brasil como referência internacional em regulação para GD. Ver sobre Microgeração no site: https://www.cemig.com.br/.

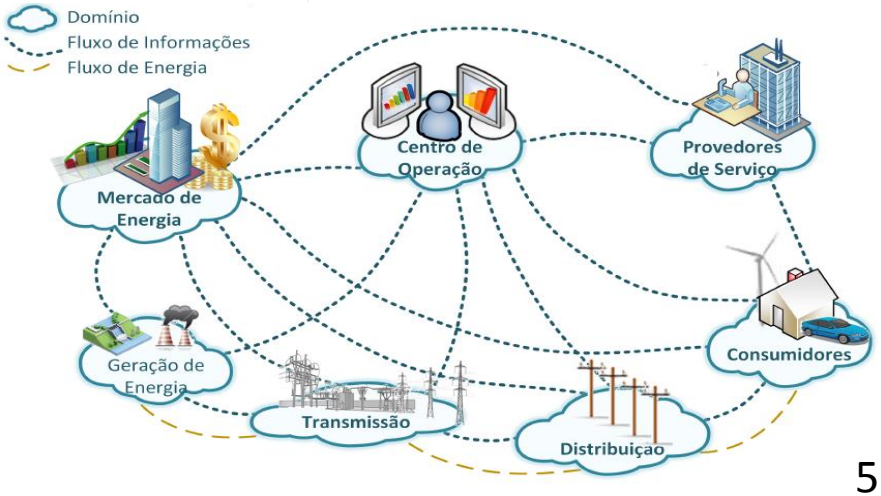
Considerando o número de pedidos de conexão , a fonte preferencial é a energia solar, com a tecnologia fotovoltaica em aproximadamente 99% do número pedidos de conexão e 80% da potência instalada. A ANEEL e a EPE estimam que nos próximos anos milhões de unidades serão conectadas na forma de GD, alcançando um fração da matriz energética futura. Isso representa grandes desafios de: investimento, energético e planejamento.



Geração Distribuída pela ótica dos Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (P&D) da Cemig no âmbito do Programa ANEEL
http://sgpdj.cemig.com.br/

Rede Inteligente ou...

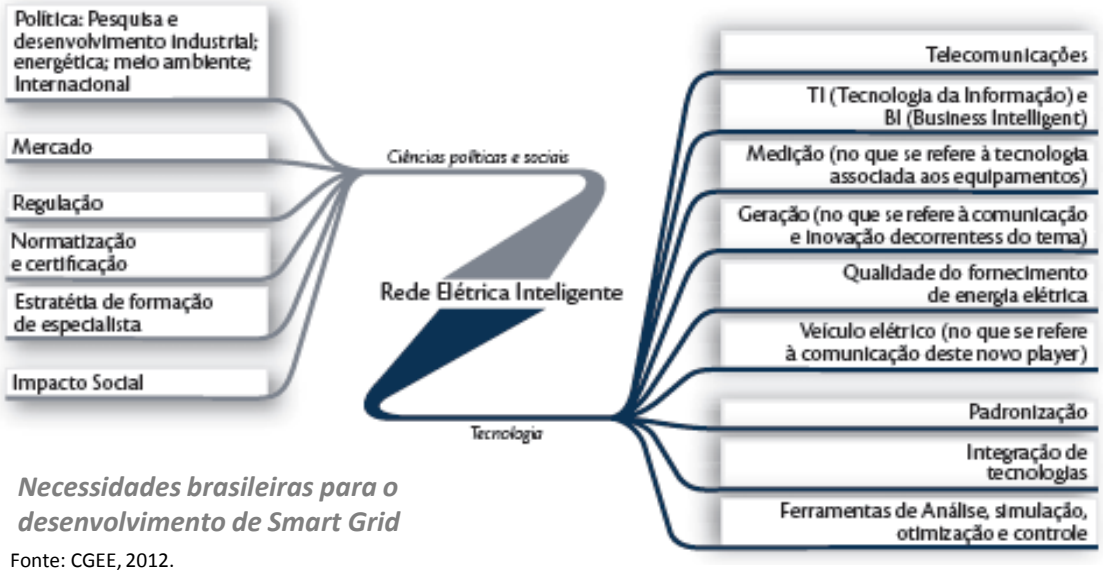




Fonte: Lopes et al, 2015

...Smart Grid

O termo *Smart Grid (SG)* surgiu pela primeira vez em meados da década de 1990, em artigos científicos, sendo que a sua maior referência encontra-se em um artigo da Revista IEEE P&D, intitulado "*Toward a Smart Grid*". Em 2007 surgiu o primeiro conceito, dado pelo Governo americano, se constituindo em uma política de apoio a modernização do setor elétrico americano, abordada em 10 frentes, com o objetivo de manter uma infraestrutura segura e confiável de eletricidade com perspectiva de atendimento da demanda futura . Trata-se de um conceito recente a ser consolidado no Século XXI. Apesar das diversas definições em que esse termo encontra-se envolvido, de maneira geral, há a convergência para uma evolução da rede elétrica com o uso de elementos digitais e de telecomunicação juntamente com tecnologia de processamento de dados. As primeiras tentativas de se inserir inteligência na rede ocorreu no segmento de medição e monitoramento, motivo pelo qual frequentemente se confunde a medição inteligente com a rede inteligente. A medição realizada de forma capilar possibilita o uso de estratégias de otimização da rede em tempo real para o fornecimento ao consumidor final. Tal atualização tecnológica, que liga a geração à distribuição, se configura então como a *Smart Grid*. Em países europeus e nos EUA são relatados projetos de infraestrutura de medição inteligente avançada (AMI) e de geração distribuída (GD). Já países como China e Coréia do Sul têm se destacado em investimentos futuros de médio e longo prazos para a criação desse tipo de rede elétrica. A *European Comission* relatou a existência de mais de 200 projetos no mundo. É interessante observar que a motivação de implantação, assim como os objetivos destas redes podem variar sensivelmente, passando por: microgeração, eficiência energética e de redes, energia limpa, atuação nas perdas, substituição de fontes energéticas, crescimento da demanda e mercado tecnológico, dentre outros. No Brasil as principais iniciativas tem sido conduzidas pelas concessionária de energia: Cemig, Ampla, Light, Eletrobrás, AES Eletropaulo, Coelce, EDP Bandeirantes. Um destaque é para os projeto de P&D da Cemig que compuseram o projeto "Cidades do Futuro", implantados na cidade de Sete Lagoas. Tais projetos foram focados inicialmente na implantação da infraestrutura de medição inteligente avançada e na inserção de microrredes geradoras baseadas na energia eólica e solar fotovoltaica.

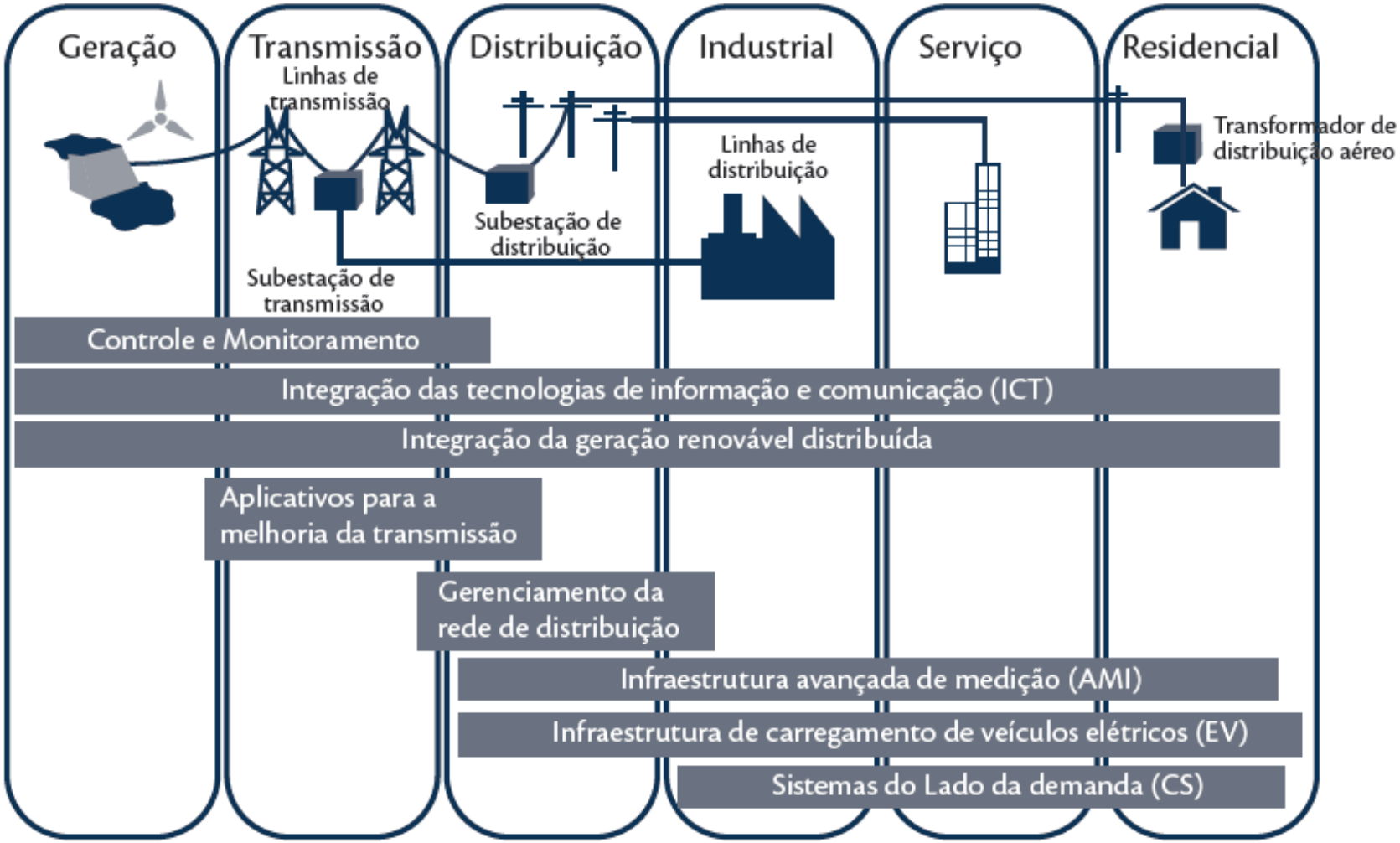


Necessidades brasileiras para o desenvolvimento de Smart Grid

Fonte: CGEE, 2012.

Os grandes direcionadores para o desenvolvimento da SG são: confiabilidade e resiliência da oferta; a segurança e independência energética; o controle sobre o aumento dos custos de energia elétrica; suporte para o crescimento da demanda; sustentabilidade ambiental; a evolução das tecnologias de geração distribuída; redução dos gases de efeito estufa; serviços avançados de consumo. As tendências futuras para a *SG* encontram-se: na aplicação de Internet das Coisas (IoT), inclusive aos equipamentos da rede elétrica; desenvolvimento de *Cybersecurity*. Como pode se perceber, são muitos os desafios, mas também é grande a expectativa para com os benefícios, principalmente quanto aos desdobramentos da SG nas cidades, as *Smart Cities*.

Categorias de tecnologias constituintes de uma Rede Elétrica Inteligente plena



Adaptado de IEA (2011)

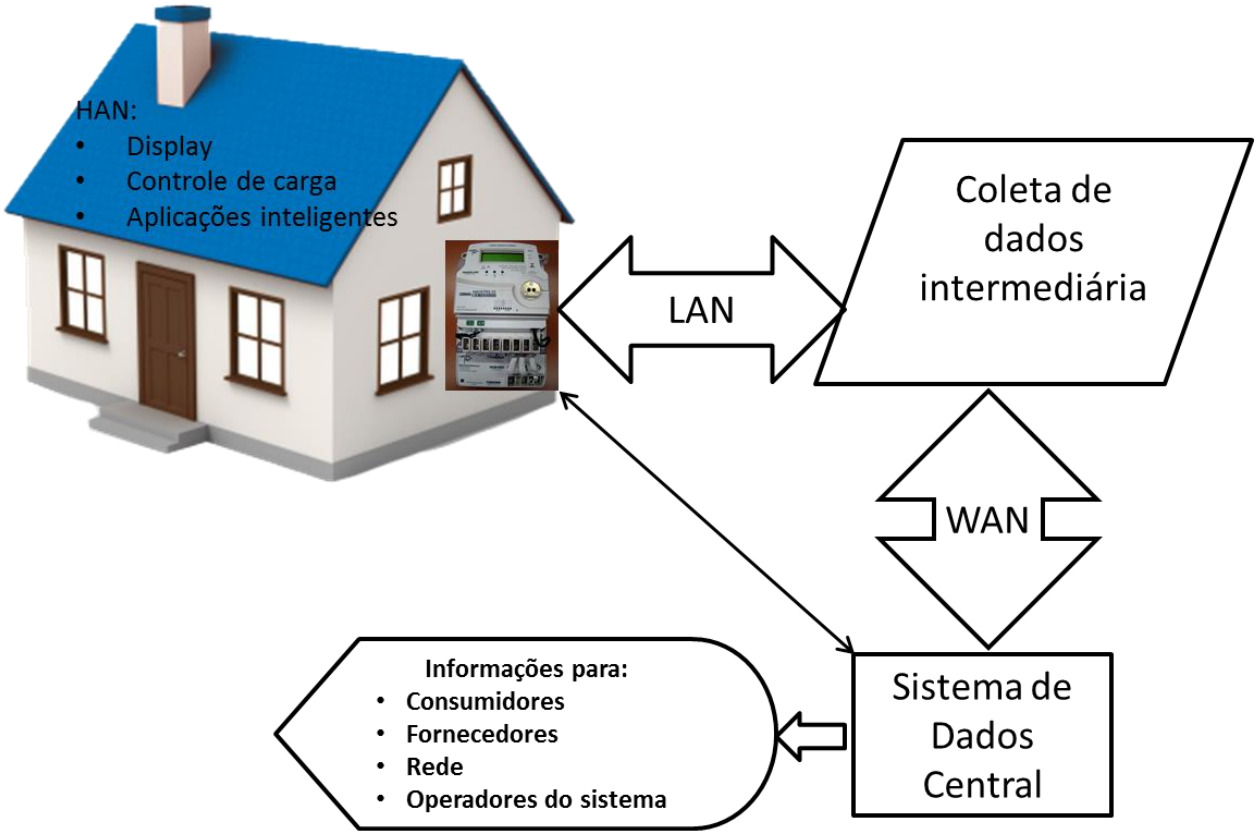
Smart Metering

Trata-se de tecnologias que adicionam funcionalidades ou substituem os medidores tradicionais, inserindo a possibilidade de coleta e armazenamento de dados, troca de informações via sistemas de telecomunicação e também a possibilidade de telecontrole. Esses medidores também tem a capacidade de fornecer informações em tempo real para o consumidor final. Sistemas que operam usando medição inteligente ou *Smart Metering* tem a possibilidade de operar em configurações e sob algoritmos que podem prever a demanda, abrindo a possibilidade para reação a rápidas variações do sistema.

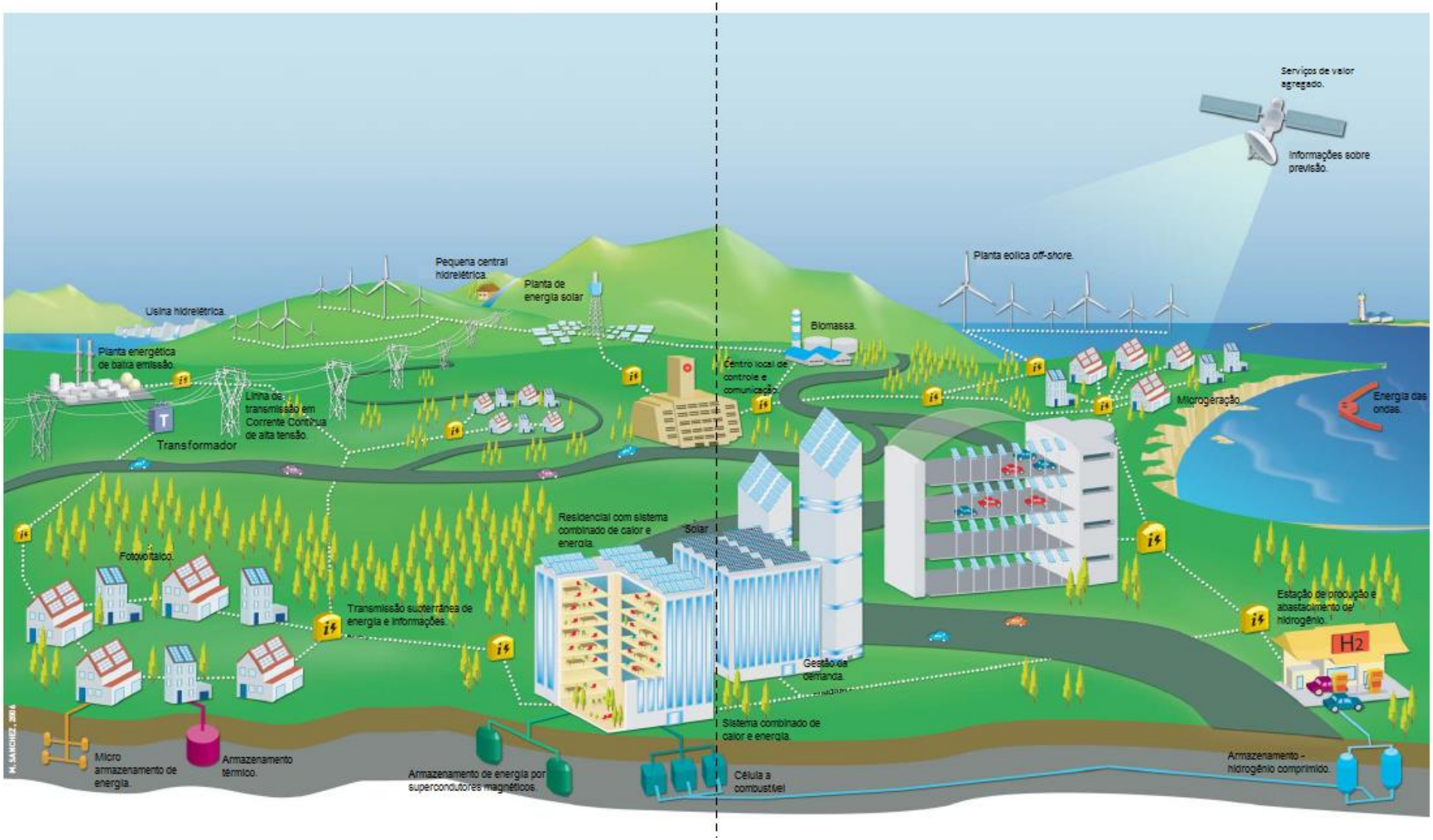
Os seus principais motivadores são: a integração de energia renovável e a criação de um novo mercado de serviços. Alguns dos principais benefícios para os consumidores são: redução das interrupções; restabelecimento mais rápido; faturamento mais preciso; flexibilidade no gerenciamento do consumo; facilitar o acesso a integração de tecnologias a rede (Veículos Elétricos, Energia Renovável, Sistemas de Armazenamento e outros dispositivos).

Já para as concessionárias cita-se: controle da demanda; redução dos custos operacionais; resolução de problemas em tempo real e de forma remota; fornece uma oportunidade para a educação de consumidores.

Considerando que a área de concessão da Cemig D possui 8 milhões de consumidores, verifica-se que se trata de um grande esforço de implantação e investimento.

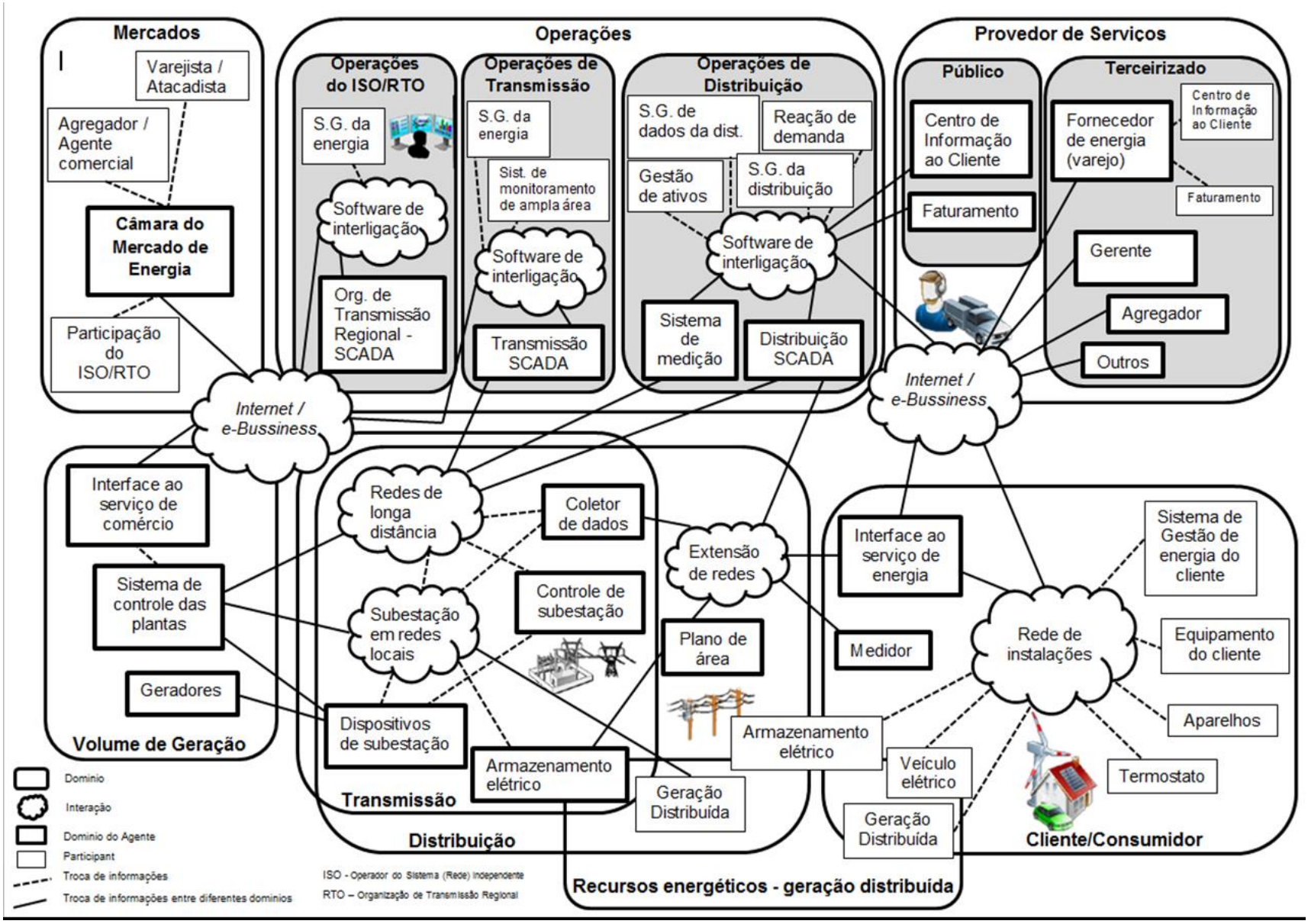


Adaptado de: Haney, Jamasb e Pollitt, 2009



Fonte: European Commission, 2006

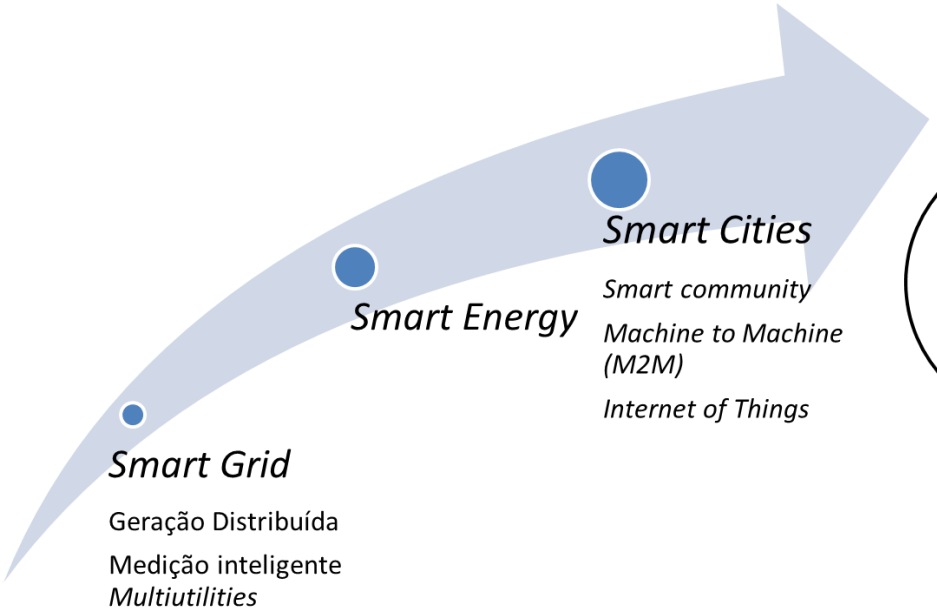
Uma Visão Integral da Tecnologia para Smart Grid



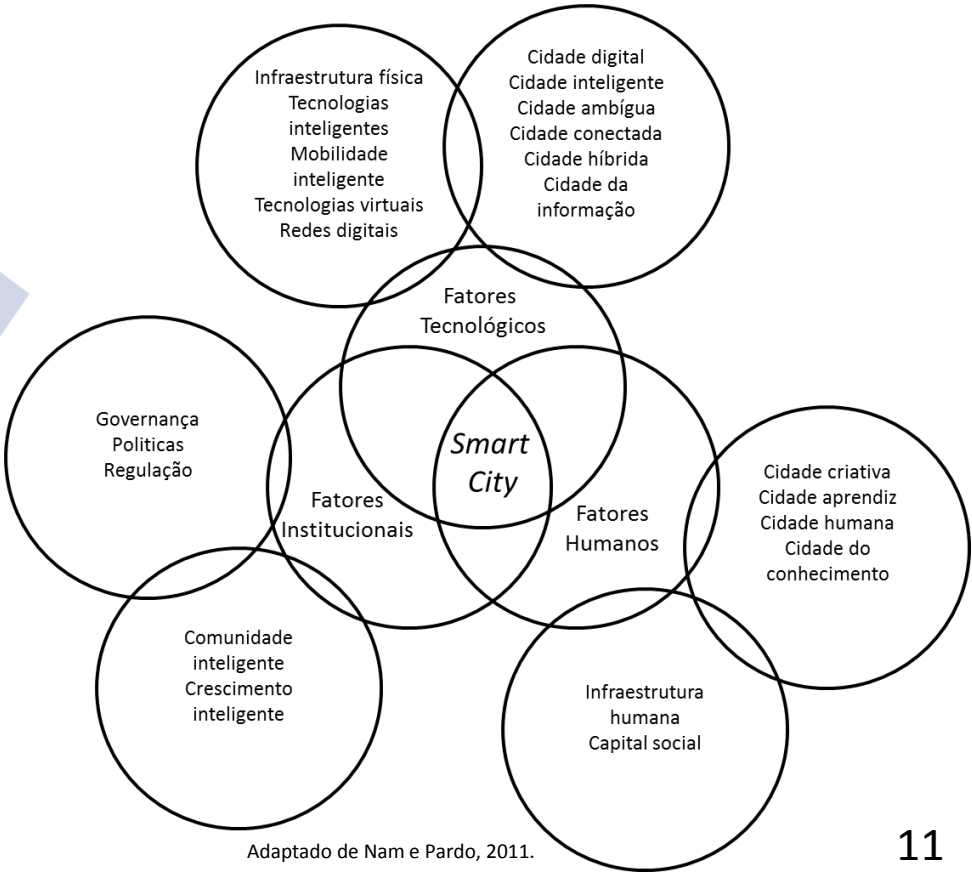
Fonte: NIST, 2010.

Smart Cities

A tendência atual para concentração da população em cidades, que se tornam cada vez maiores, ampliando também os seus problemas (suprimento de energia, destinação de resíduos, deslocamento das pessoas, infraestrutura), juntamente com as pressões ambientais (redução de emissões e da pressão sobre os recursos naturais) e sociais (por inovação, sustentabilidade e oportunidades) exige uma mudança nas abordagens de: planejamento, projeto, finanças, construção, operação e gestão da infraestrutura dos serviços urbanos. O termo *Smart Cities* teve origem no final da década de 1990 em um movimento que defendia novas políticas de planejamento urbano. Ao mesmo tempo em que se configura em soluções pragmáticas de engenharia para os desafios urbanos, tais ações conflitam com as dinâmicas de interação natural das cidades e seus sistemas, exigindo mudanças tecnológicas e comportamentais. Não se trata apenas de um modelo de planejamento, mas de uma integração crítica de infraestrutura e serviços, incentivando e usufruindo de todas as possibilidades oferecidas pelas tecnologias de informação e comunicação (TIC). Contudo, a grande motivação para a construção de *Smart Cities* se trata da expectativa para o desenvolvimento econômico.



Adaptado de Lima, 2015.



Adaptado de Nam e Pardo, 2011.

Smart Cities

Mais do que a tomada de decisão quanto a implantação de empreendimentos ou quanto a adoção de tecnologias, a humanidade presencia a convergência de diversos segmentos para um mesmo horizonte de planejamento e de atuação.

Adaptado de BSI, 2013.

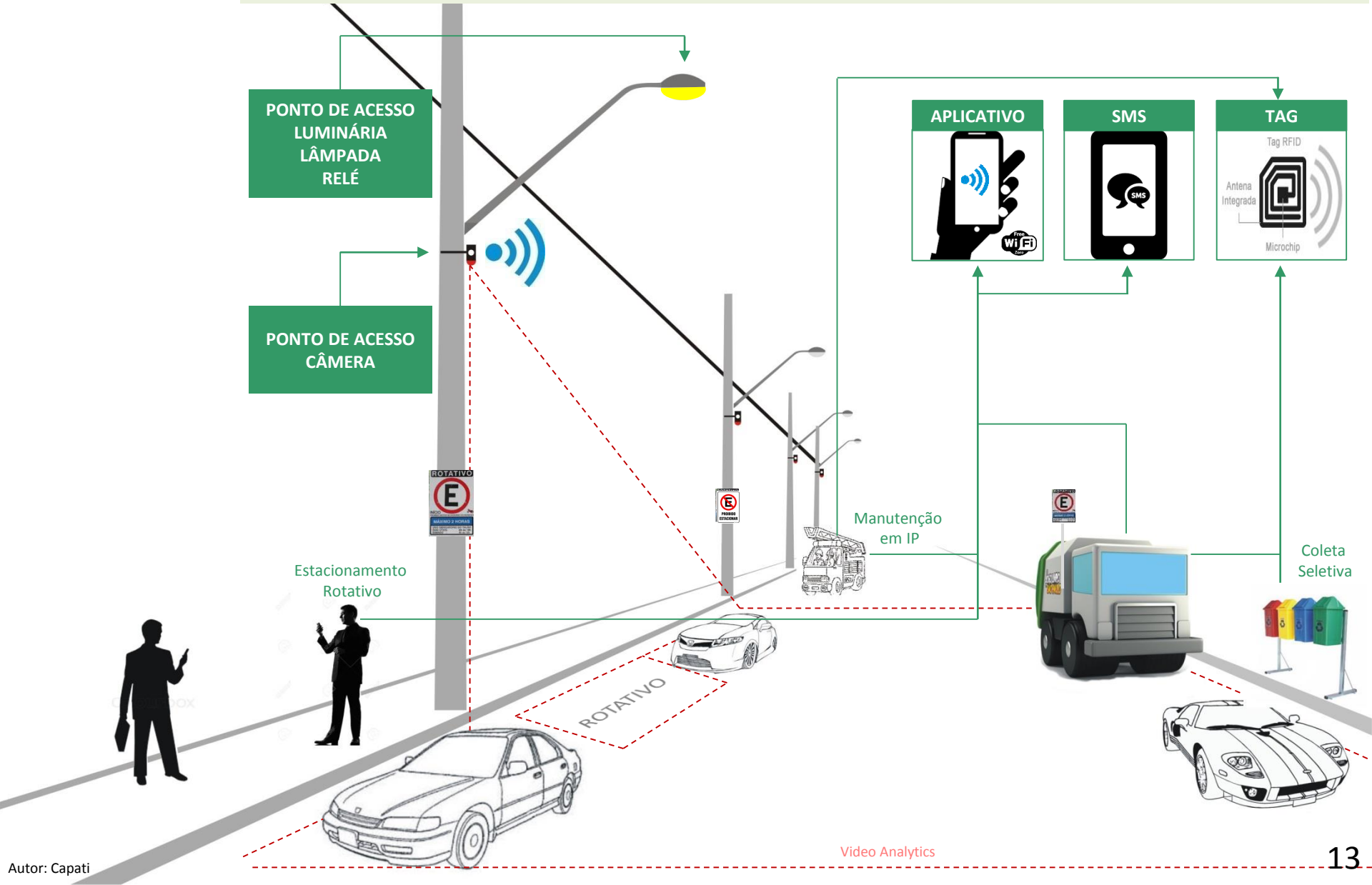
Economia inteligente (Competitividade)	Pessoas inteligentes (Capital Social e Humano)	Meio ambiente inteligente (Recursos Naturais)
•Espírito inovador •Empreendedorismo •Imagem e marcas comerciais econômicas •Produtividade •Flexibilidade no mercado de trabalho •Inserção internacional •Capacidade de transformação	•Nível de qualificação •Afinidade ao aprendizado contínuo •Diversidade étnica e social •Flexibilidade •Criatividade •Cosmopolitismo / Receptivo à novas ideias •Participação na vida pública	•Condições naturais atrativas •Poluição •Proteção ambiental •Gestão sustentável dos recursos
Administração inteligente (Participação)	**Mobilidade inteligente (Transporte e Tecnologia da informação e comunicação)**	**Vida inteligente (Qualidade de vida)**
•Participação na tomada de decisão •Serviços públicos e sociais •Administração transparente •Políticas de estratégia e perspectivas	•Acessibilidade local •Acessibilidade internacional •Avaliação da infraestrutura da tecnologia da informação •Sistemas de transporte sustentáveis, inovadores e seguros	•Instalações culturais •Condições saudáveis •Segurança individual •Qualidade de habitação •Instalações educacionais •Atratividade turística •Coesão social

Adaptado de: Centre of Regional Science, 2007.

O monitoramento massivo abre inúmeras possibilidades de negócios e de benefícios que rompem com o atual modelo energético. Os sistemas energéticos devem evoluir, agregando: informação, automação e inteligência. Desenvolvendo a *Smart Grid* em sua plenitude para suportar a *Smart Cities*.

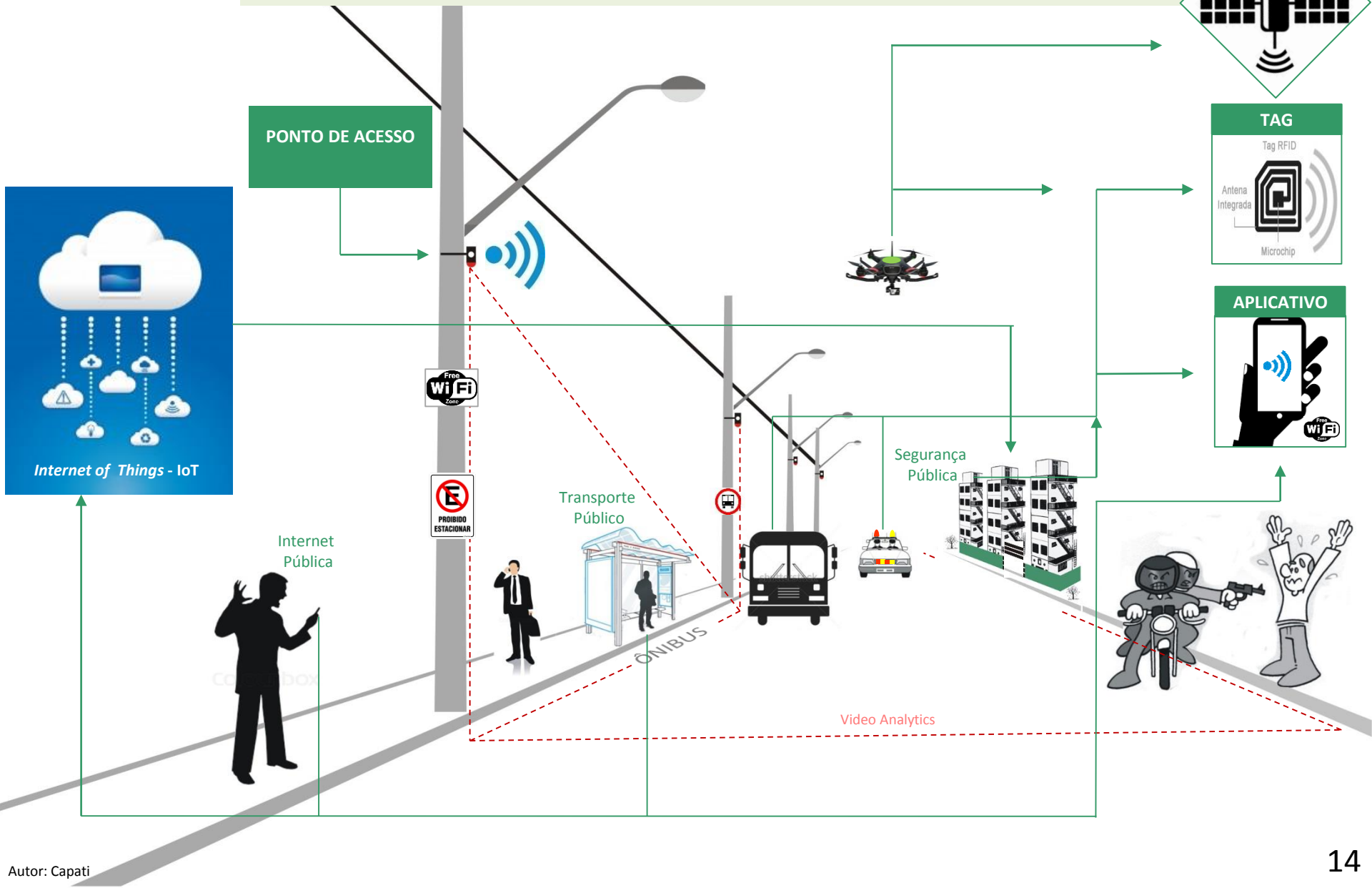
A CEMIG faz parte deste contexto. Estudando tendências, pesquisando tecnologias, desenvolvendo negócios e educando o consumidor para um futuro energético: sustentável, inovador, eficiente, moderno, *Smart*.

CIDADES INTELIGENTES



Autor: Capati

ALGUMAS POSSIBILIDADES...



Autor: Capati

Referências:

Netherlands for the World Bank. **Upcoming Smart City Events**. Disponível em: < https://nl4worldbank.org/ > . Acesso em: 10 de out. 2016.

Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG. **Alternativas Energéticas: uma visão Cemig**. Belo Horizonte. 2012.

Silva, C. H. F da. **Biomassa e Bioenergia através dos Projetos de P&D da Cemig**. In: Congresso Internacional de Biomassa. Curitiba. 2016.

Lopes, Y., Fernandes, N. C., Muchaluat-Saade, D. C. **Geração Distribuída de Energia: Desafios e Perspectivas em Redes de Comunicação**. Livro de Minicursos do SBRC 2015. 1ed. Em: . 2015.p. 55-109.

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE. **Redes elétricas inteligentes: contexto nacional.** Brasília. , 2012.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA. **Technology roadmaps smart grids**. 2011. Disponível em: <http://www.iea.org/papers/2011/smartgrids_roadmap.pdf>. Acesso em: 30 set. 2016.

Haney, A. B., Jamasb, T., Pollitt, M**. Smart Metering and Electricity Demand: Technology, Economics and International Experience**. 2009. Disponível em: < http://www.econ.cam.ac.uk/dae/repec/cam/pdf/cwpe0905.pdf >. Acesso em: 02 de out. 2016.

European Comission. **European Technology Platform Smart Grids: Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future**. 2009. Disponível em: <http://cordis.europa.eu/pub/fp7/energy/docs/smartgrids_en.pdf >. Acesso em: 10 de out. 2016.

National Institute of Standards and Technology - NIST. **NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 1.0.** 2010. Disponível em: < https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/public_affairs/releases/smartgrid_interoperability_final.pdf >. Acesso em: 13 de out. 2016.

BSI. **The Role of Standards in Smart Cities**. 2013. Disponível em: < http://www.bsigroup.com/LocalFiles/en-GB/smart-cities/resources/The-Role-of-Standards-in-Smart-Cities-Issue-2-August-2014.pdf >. Acesso em: 01 de out. 2016.

Lima, C. **Smart City, Smart Grid e Geração Distribuída (GD) nas Cidades**. 2015. Disponível em: < http://www.smartcitybusiness.com.br/2015pt/wp-content/uploads/2014/Apresentacoes/claudio-lima-scba2015.pdf >. Acesso em: 11 de out. 2016.

Nam, T., Pardo, T. A. **Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions**. The Proceedings of the 12th Annual International Conference on Digital Government Research. 2011.

Centre of Regional Science. Smart cities Ranking of European medium-sized cities. 2007. Disponível em: < http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf >. Acesso em: 30 de set. 2016.

Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG
ISBN 978-85-87929-78-5

Av. Barbacena, 1.200 – Santo Agostinho
Belo Horizonte – MG
Cep. 30190-131

Telefone:
(31) 3506-5042

Superintendência de Tecnologia, Inovação e Eficiência Energética

Coordenação Técnica:
Cláudio Homero Ferreira da Silva

Informações: chomero@cemig.com.br
www.cemig.com.br

CC BY NC ND

Classificação: Público Outubro/2016 .....